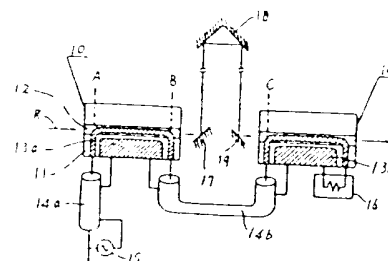


(51) OPTICAL MODULATOR

(11) 2-46122 (A) (43) 15.2.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-196802 (22) 5.3.1983
 (71) FUJITSU LTD (72) NAOYUKI MEKADA(1)
 (51) Int. Cl. G02F1/03

PURPOSE: To lower driving voltage by providing a prescribed path to delay light to the outside or inside of the optical modulator.

CONSTITUTION: Optical modulating elements 10, 10' are formed of lithium niobate. A gold plated electrode 13a and an earth electrode 13b having the area larger than the area of the electrode 13a is formed on the light guide 12 thereof and coaxial codes 14a, 14b are connected between these electrodes. On the other hand, the path consisting of reflecting mirrors 17, 18, 19 are provided on the optical axis connecting the light guide 12. A light signal bypasses the above-mentioned path and enters the point C of the optical modulating element 10' with a delay in the state synchronized with an electric signal when the light signal is transmitted from an arrow A while the prescribed electric signal is held impressed to the electrode 13a of this constitution. The light signal, by which the driving voltage is reduced to a half.



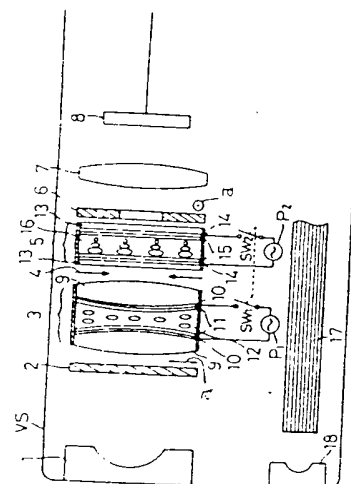
15 power supply, 16 terminal resistor

(54) IMAGING OPTICAL SYSTEM

(11) 2-46423 (A) (43) 15.2.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-197733 (22) 8.8.1988
 (71) OLYMPUS OPTICAL CO LTD (72) KIMHIKO NISHIOKA(1)
 (51) Int. Cl. G02F1/13, G09K19/00, G02B3/00, G02B23/26, G02B26/02, G02F1/1335

PURPOSE: To allow the control of brightness and depth of field according to an object distance by providing a variable focus liquid crystal lens and a light shielding member of variable apertures and synchronizing the change of the focal length and the change of the aperture.

CONSTITUTION: A concave lens 1, a polarizing plate 2, a liquid crystal 3, an optically rotatory element 5, a polarizing plate 6, and an image pickup element 8 are disposed to the front end of an endoscope and the light shielding member is constituted of the element 5, etc. The major axis of the liquid crystal 12 of the lens 3 and the oscillation direction of the linearly polarized light align and the cell acts as a strong concave lens in the state shown in the figure. The lens focuses at a remote object and the F-number is in the normal state. Switches SW₁, SW₂ turn on and are focused at the near point in case of the near point object; the light shielding member is simultaneously synchronized and the linearly polarized light passes the central part alone in the case of a near object. Then, the F-number increases and the depth of field increases. The focused image is thus obt'd.



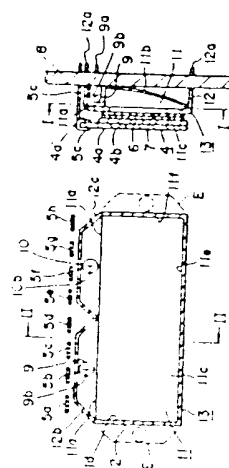
a. polarizing direction

(54) SURFACE LIGHT EMITTING DEVICE

(11) 2-46424 (A) (43) 15.2.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-196889 (22) 6.8.1988
 (71) MITSUBISHI ELECTRIC CORP (72) KOJI SANAI(1)
 (51) Int. Cl. G02F1/1335

PURPOSE: To obtain the luminance uniform over the entire part of a photoconductive plate by bringing the prescribed photoconductive plate nearest to the lowest luminance part of light sources having various intensities in the luminance and inclining and thinning the photoconductive plate as the plate parts from the light sources.

CONSTITUTION: The light sources 9, 10 having the various intensities of the luminance are mounted to a printed circuit board 8 on the rear surface of a liquid crystal display panel 4 and the end face 11a of the photoconductive plate 11 such as acrylic plate is provided nearest to the low-luminance part thereof. The rear surface of the plate 11 is gradually inclined and reduced in thickness as the plate parts from the light sources 9, 10. A scattering reflecting layer 11a is provided to the rear surface of the plate 11. The light of the light sources 9, 10 enters the end face of the plate 11 nearly uniformly from the entire part thereof in this constitution and since the photoconductive plate is inclined and thinned as the plate parts from the light sources, the light arrives uniformly at the entire length. The light is thus radiated uniformly from the entire part of the plate and the adequate illumination of a display panel is possible.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-46423

⑬ Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月15日

G 02 F 1/13
C 09 K 19/00
G 02 B 3/00
23/26
26/02
G 02 F 1/1335

5 0 5

Z
C
H

8910-2H
6516-4H
7036-2H
8507-2H
8106-2H
8106-2H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全12頁)

⑮ 発明の名称 結像光学系

⑯ 特 願 昭63-197733

⑰ 出 願 昭63(1988)8月8日

⑱ 発 明 者 西 岡 公 彦 東京都渋谷区幡ヶ谷2-43-2 オリンパス光学工業株式会社内

⑲ 発 明 者 高 橋 進 東京都渋谷区幡ヶ谷2-43-2 オリンパス光学工業株式会社内

⑳ 出 願 人 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

㉑ 代 理 人 弁理士 篠原 泰司 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

結像光学系

2. 特許請求の範囲

液晶、液晶ポリマー等のように電気光学効果をもつ物質により構成された可変焦点レンズと、開口の大きさが可変の遮光部材とを備え、前記可変焦点レンズの焦点距離の変化と前記遮光部材の開口の大きさの変化とを同期させるようにした結像光学系。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、結像レンズの焦点調節と運動して該結像レンズの絞り径が変化する結像光学系であって、特に内視鏡等の照明装置を内蔵した撮像装置に好適な結像光学系に関する。

(従来の技術)

結像レンズの焦点調節と運動して該結像レンズの絞り径が変化する内視鏡用結像光学系としては、例えば特公昭62-35090号公報に記載のもの

のや特開昭63-78119号公報に記載のものがある。そして、特公昭62-35090号公報に記載のものは、内視鏡先端部内に設けた対物レンズの保持枠を内視鏡の長手方向に摺動自在に構成すると共に、対物レンズ近傍に設けた明るさ絞りの絞り開口の大きさを規制する部材を前記保持枠の前後端に運動させるようにしたもので、焦点調節のために手元操作部での操作により保持枠を前後させるとそれに応じて絞り開口の大きさが変わり、その結果物体距離に応じて自動的に明るさ及び撮写界深度のコントロールができるようにしたものである。

又、特開昭63-78119号公報に記載のものは、開口の大きさが段階的に可変なエレクトロクロミック絞りを明るさ絞りとし、この絞りに開口の大きさに応じて屈折力の異なる多焦点レンズとを組合せて結像光学系を構成し、これを内視鏡先端部内に設けたものである。この場合、エレクトロクロミック絞りの開口の大きさ変えとそれに応じて光学的多焦点レンズを通る位置が変わる

ため、絞りの大きさに応じて結像光学系の焦点距離が異なり、ピントの合う位置が前後に変化する。従って、物体距離に応じて自動的に明るさ及び被写界深度のコントロールができる。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、特公昭 62-35090号公報に記載のものの場合、機械的な開口可変の明るさ絞り及びレンズ保持枠の移動機構並びに両者の運動機構を内視鏡先端部又は硬性感先端部内に収納することはスペース的にみると実質的に不可能である。

又、特公昭 63-78119号公報に記載のものの場合、内視鏡に用いるような小径のレンズでは多焦点とすることが極めて困難であり、エレクトロクロミック絞りも極小のものを造るのは難しいという問題があった。

但し、前者のような機械絞りに比べると小型であり実装の可能性は高い。

本発明は、上記問題点に鑑み、結像光学系の結像レンズ内に所謂可変焦点レンズを含ませ、この

可変焦点レンズの焦点距離の変化によりピント合わせを行なうと共に、このピント合わせに応じて結像レンズを通過する光線の太さを変えられるようにして、物体距離に応じて明るさや被写界深度をコントロールできる光学系として小型で製造容易であって、内視鏡用として極めて実現性の高い結像光学系を提供することを目的としている。

(課題を解決するための手段及び作用)

本発明による結像光学系は、液晶、液晶ポリマー等のように電気光学効果によりその光学的特性が変化する物質により構成された可変焦点レンズと、開口の大きさが可変の遮光部材とを備え、前記可変焦点レンズの焦点距離の変化と前記遮光部材の開口の大きさの変化とを同期させることによりピント合わせと物体距離に応じた明るさ、被写界深度のコントロールとを連動して行うようにしたものである。

(実施例)

以下、図示した実施例に基づき本発明を詳細に説明する。

3

第1図は本発明の第1実施例を示しており、これは電子内視鏡用撮像光学系として構成されたものである。内視鏡先端部VSの端面にはカバーガラスを兼ねた凹レンズ1が設けられ、該凹レンズ1の後方には順に偏光板2、液晶レンズ3、明るさ絞り4、旋光素子5、偏光板2の偏光方向と直交する偏光方向を有する周辺偏光部と明るさ絞り4の開口よりも小径の中央透明部とからなる偏光板6、レンズ7、固体撮像素子8が配置されている。液晶レンズ3は、二枚のガラス、アクリル等製のレンズ9、9の互いに対向する面に夫々透明電極10及び配光膜11を被覆し、この対向する面によって形成される凹レンズ状の空隙(セル)内にネマティック液晶12を封入することにより構成されている。旋光素子5は、平行な二枚のガラス、アクリル等製の透明板13、13の互いに対向する面に夫々透明電極14及び配光膜15を被覆し、この対向する面によって形成される空隙(セル)内に液晶分子の長軸方向のねじれ角が 90° 又は 270° のツイストネマティック液晶1

4

6を封入することにより構成されている。液晶レンズ3の透明電極10、10及び旋光板5の透明電極14、14には夫々同期するスイッチSW₁、SW₂を介して交流電源P₁、P₂が接続されているが、第1図に示した状態ではスイッチSW₁、SW₂がOFFで電圧が印加されていないので、液晶12及び16の分子配列はツイスト配列及びホモニアス配列即ち分子の長軸方向が光軸と直交する配列となっている。そして、これらが撮像光学系を構成している。

尚、この撮像光学系と平行にライトガイドファイバー17、照明レンズ18からなる照明光学系が配置されている。

本実施例は上述の如く構成されているから、第1図において、物体からの光は凹レンズ1を通過し、偏光板2を通過して縦方向に振動する直線偏光となって液晶レンズ3を通過するが、この場合該直線偏光の振動方向に液晶12の分子の長軸方向(屈折率が大の方向)が一致しているので液晶セルが強い凹レンズとして作用し、その結果液晶レ

5

5

レンズ3の焦点距離が長くなり、光学系全体としては遠点物体にピントが合った状態となっている。次に、液晶レンズ3を出射した直線偏光は絞り4を通過し、旋光素子5で振動方向が90°回転せしめられた後偏光板5を通過するが、この場合該直線偏光の振動方向が偏光板5の周辺偏光部の偏光方向と一致しているので偏光板5全体が透明体として作用し、その結果明るさ絞り4の開口によって光学系全体のFナンバーが規定された状態となっている。次に、偏光板6を出射した直線偏光は凸レンズ7を経て固体撮像素子8上に物体像を結ぶ。

一方、第2図に示した如くスイッチSW₁、SW₂をONにして電圧を印加すると、液晶12及び18の分子配列はほぼホモトロピック配列即ち分子の長軸方向が光軸と平行な配列となる。そのため、液晶レンズ3の液晶セルの凹レンズ作用が弱まるので、液晶レンズ3の焦点距離が短くなり、光学系全体としては近点物体にピントが合った状態となる。これと同時に、旋光素子5の旋光

作用もなくなるので、旋光素子5を通過した直線偏光の振動方向が偏光板6の周辺偏光部の偏光方向と直交することになって該周辺偏光部が遮光部として作用する。従って、偏光板6の中央透明部だけを直線偏光が通過することになるので、光学系全体のFナンバーが大きくなり、その結果近点物体合焦時の被写界深度が増し、ピントの合った良い画質の画像が得られる。

上記説明から明らかなように、偏光板2と開口絞り4と旋光板5と偏光板6とが開口の大きさが可変の偏光部材を構成していることになる。

尚、偏光板2も偏光板6と同様に中央部だけを透明部材で形成しても良く、その場合光の透過率が大きくなるという利点がある。但し、この場合二重像が生じるので注意する必要がある。又、偏光板2及び6が開口絞り4に接近している方が軸外光束に対するFナンバーの変化(光束のけられ)が小さくなるので好ましい。

第3図は電子顕微鏡用撮像光学系として構成された第2実施例を示しており、これは第1実施例

7

の液晶レンズ3と旋光素子5の両方の機能を發揮する液晶レンズ19を備えている。液晶レンズ19は、二枚のレンズ20、20の互いに対向する面に夫々透明電極21及び配向膜22を被覆し、この対向する面によって形成される凸レンズ状の空隙(セル)内に液晶分子の長軸方向のねじれ角が90°又は270°のツイストネマティック液晶23を封入することにより構成されている。液晶レンズ19の透明電極21、21にはスイッチSWを介して交流電源Pが接続されているが、第3図に示した状態ではスイッチSWがOFFで電圧が印加されていないので、液晶23の分子配列はツイスト配列となっている。又、偏光板2及び6は偏光方向が互いに一致している。

本実施例は上述の如く構成されているから、第3図において、物体からの光は凹レンズ1を通過し、偏光板2を通過して縦方向に振動する直線偏光となって液晶レンズ19に入射するが、この場合該直線偏光の振動方向に液晶23の分子の長軸方向が一致しているので、液晶セルが強い凸レンズと

8

して作用し、その結果液晶レンズ19の焦点距離が短くなり、光学系全体としては近点物体にピントが合った状態となっている。又、この直線偏光は液晶レンズ19で振動方向が90°回転せしめられた後絞り4を通過して偏光板6を通過するが、この場合該直線偏光の振動方向が偏光板6の周辺偏光部の偏光方向と直交するので該周辺偏光部が遮光部として作用する。従って、偏光板6の中央透明部だけを直線偏光が通過することになるので、光学系全体のFナンバーが大きくなり、その結果近点物体合焦時の被写界深度が増し、上記直線偏光が凸レンズ7を経て固体撮像素子8上に結ぶ物体像はピントの合った良い画質のものとなる。

一方、第4図に示した如くスイッチSWをONにして電圧を印加すると、液晶23の分子配列はホモトロピック配列となる。そのため、液晶レンズ19の液晶セルの凸レンズ作用が弱まるので、液晶レンズ19の焦点距離が長くなり、光学系全体としては遠点物体にピントが合った状態となる。これと同時に、液晶レンズ19の旋光作用もなく

なるので、液晶レンズ19を通過した直線偏光の振動方向が偏光板6の周辺偏光部の偏光方向と一致するようになり、その結果偏光板6全体が透明体として作用するので光量が増し、遠点物体の観察にとって好ましい。

第5図は第3実施例を示しており、これは第2実施例の液晶レンズ19の代りに、後側のレンズ24が液晶23の複屈折率のうち一つ（図では低い方の屈折率即ち常光に対する屈折率）と一致する屈折率を有し且つ液晶セルが周辺部が平面で中央部が曲面（図では凸面）の形状を有する液晶レンズ25を用い、更に凹レンズ1と偏光板2との間に、赤外光を吸収するガラス等から成る吸収型の赤外光カットフィルター26を配置した点以外は第2実施例と同じ構成を有している。従って、第5図に示した如く電圧を印加しない状態では、液晶レンズ25の周辺部を通った直線偏光（異常光）は偏光板6の周辺偏光部でカットされ、且つ中央部を通った直線偏光（異常光）は曲面で強い屈折作用を受けて偏光板6の中央透明部を通過す

るので、近点物体にピン트가合い且つ観察界深さが深い状態となる。

一方、第5図に示した如く電圧を印加した状態では、液晶レンズ25を通った直線偏光は偏光板6全体を通過すると共に、常光線に相当する屈折特性を示すので液晶セルとレンズ24との境界で屈折作用を受けず、その結果液晶レンズ25全体としてパワーが弱くなり且つ二重焦点レンズとはならない。従って、遠点物体にピン트가合い且つ明るい像が得られると共にピンボケにならない。

本実施例は、第2実施例に比べて液晶レンズ25の液晶セルの中心厚が同じでもパワーを強くできるので、広いピン트観察範囲が得られるという利点がある。又、赤外光カットフィルター26が吸収型なので、ガラス板等の上に多層干渉膜を設けて赤外光を反射により除去する干渉型のものよりもフレアーが少ないという利点もある。

尚、液晶レンズ25のレンズ24の変形例としては、第7図(A)又は(B)に示した形状のものでも良い。

1 1

第8図は第4実施例を示しており、これは液晶レンズ25の中央曲面部（凸レンズ部）の液晶23の分子配列をツイスト配列とせず単なるホモニアス配列にしたものである。即ち、レンズ24の凹面の配向膜22の配向方向がレンズ20の内面の配向膜22の配向方向と一致し且つレンズ24の平坦な面の配向膜22の配向方向がレンズ20の内面の配向膜22の配向方向と90°をなすようにラビング処理を施したものである。従って、本実施例は液晶レンズ25の中央曲面部の液晶23の分子配列をコントロールし易いという利点がある。

尚、第8図は電圧を印加しない状態即ち近点物体にピン트가合った状態を示しているが、電圧を印加すると第5図に示したのと同じ遠点物体にピン트가合った状態となる。

第9図は第5実施例を示しており、これは第1実施例の偏光板2、6及び旋光素子5の代りに、コレステリック液晶を用いた円偏光素子27、28及び1/4ネ板（又は3/4ネ板）29、30

1 2

を用いたものである。円偏光素子27は、平行な二枚の透明板13、13の互いに対向する面に夫々透明電極14及び配向膜15を被覆し、この対向する面によって形成される空隙（セル）内に右円偏光を透過し且つ左円偏光を反射するコレステリック液晶31を封入することにより構成されている。又、円偏光素子28は円偏光素子27と同じ素子の中央部を透明部材で構成して成るものである。

本実施例は上述の如く構成されているから、第9図のように電圧が印加されていない状態において、凹レンズ1、赤外光カットフィルター26を通った光は円偏光素子27に入射し、ここで例えば右円偏光だけが円偏光素子27を通過し、左円偏光は反射される。円偏光素子27を出射した右円偏光は1/4ネ板29によって縦方向に振動する直線偏光となり、カイオトロピック配列となっている液晶レンズ3で強く正屈折され、1/4ネ板30で左円偏光となって旋光素子28に入射する。ここで、偏左円偏光は円偏光素子28の周辺

記では反射され且つ中央部のみを通過し、凹レンズ7を経て固体撮像素子8上に結像する。従って、近点物体にピン트가合い且つ被写界深度が深い状態となる。

一方、第10図のように電圧を印加した状態において、円偏光素子27及び28は何れも液晶31の分子配列がネメオトロピック配列になるので円偏光の選択反射(selective reflection)がなくなり、単なる透明板として作用し、その結果円偏光素子28全体を光が通過する。又、液晶レンズ3も液晶12がネメオトロピック配列になるので屈折作用(凸レンズ作用)が弱まり、その結果遠点物体にピン트가合う。従って、遠点物体にピン트가合い且つ明るい像が得られる。

本実施例は第1実施例に比べ偏光板が存在しないので光の透過率が高く、特に遠点物体合焦時にはほぼ100%の光量が通過するので好ましい。

尚、本実施例においては、1/4波板30と円偏光素子28を第1実施例の偏光板6に置き換えても良く、その場合近点物体合焦時には光量が減

られ、遠点物体合焦時には約50%の光が通過するようになる。これは液晶セルの数が減るので構造が簡単になるという利点がある。

第11図は第6実施例を示しており、これは右円偏光を透過し且つ左円偏光を反射するコレステリック液晶31を封入し、後側レンズ32をフレネルレンズとした液晶レンズ33と、左円偏光を透過し且つ右円偏光を反射するコレステリック液晶34を封入した円偏光素子28と、液晶による着色を補正するための色フィルター35と、イメージガイドファイバー36を有している。ここで使用されているコレステリック液晶は、ネマティック液晶と異なり円偏光に対して所定の値の屈折率を有している。そして、その値はコレステリック液晶が層状螺旋配列をとる場合の方が、螺旋構造が解けてネメオトロピック配列となった場合よりも高い(光学的に負の特性を有する)ものが普通である。

本実施例は上述の如く構成されているから、第11図のように電圧が印加されない状態において、

15

凹レンズ1、色フィルター35を通った光は液晶レンズ33に入射し、ここで右円偏光だけが液晶レンズ33を透過し且つ左円偏光は反射される。そして、該右円偏光は円偏光素子28の周辺部では反射され且つ中央部のみを通過する。又、液晶レンズ33の液晶31の分子の長軸方向が光軸と直交しているので、上記右円偏光は強く正屈折せしめられる。従って、近点物体にピン트가合い且つ被写界深度が深い状態となる。尚、内視鏡のようにライトガイド等の内部照明による照明光は十分明るいので、液晶レンズ33において光量が50%になっても差し支えない。

一方、第12図のように電圧を印加した状態において、液晶レンズ33及び円偏光素子28の各液晶31及び34の分子の長軸方向が光軸と平行になるので、円偏光の選択反射がなくなり且つ液晶レンズ33の屈折力も弱くなる。従って、遠点物体にピン트가合い且つ明るい像が得られる。

本実施例は、第1実施例に比べ光の透過率が高く、第5実施例に比べ構造が簡単であるという利

15

点がある。又、液晶レンズ33の後側レンズ32をフレネルレンズとしているので液晶セルが薄くなり、その結果スイッチS.W.、S.W.の切替えに対する応答が早くなり、液晶層における吸収散乱による光の損失も少ないという利点がある。又、色フィルター35が液晶レンズ33及び円偏光素子28の前方に置かれているので、これらによる反射光が吸収されてフレアーが減少するという利点もある。

尚、液晶レンズ34の後側レンズ32を通常の形状のものにしても良い。又、イメージガイドファイバー36の代りに固体撮像素子を用いても良い。

第13図は第7実施例を示しており、これは第2実施例の液晶レンズ19の代りに、フレネル型の後側レンズ32を有する液晶レンズ37を用い、偏光板6の代りに、後側レンズ32のフレネル曲面隆起部に対応する位置に不透光部38を有する偏光板39を用いている。従って、後側レンズ32のフレネル曲面隆起部で四方八方に反射・屈折

が起こることにより生じたフレアーが不透過部 33 でカットされるので、フレアーによる悪影響が減り、コントラストの良い画像が得られる。

この構造は第 1 実施例に応用することもできる。又、不透過部 33 は、第 14 図に示した如く、円偏光素子 28 の前面のフレネル曲面接続部に対応する部分又は液晶レンズ 33 の液晶レンズ 32 の後面のフレネル曲面接続部に対応する部分に設けても良いし、又は前側レンズ 20 又は後側レンズ 32 の透明電極 21、21 側の面のフレネル曲面接続部に対応する部分に設けても良い。

第 15 図は第 1 実施例又は第 5 実施例の液晶レンズ 3 の変形例を示しており、これは負の複屈折特性を有する液晶 12 を用いている。負の複屈折特性とは、第 17 図に示す屈折率楕円体において、 $n_x < n_y = n_z$ 、であることを言う。即ち、 n_x 、 n_y 、 n_z は夫々 x 軸方向、y 軸方向、z 軸方向に振動する光の屈折率を示しており、液晶分子の長軸方向と z 軸方向が一致しているのので、z 軸に沿った光（長軸に垂直に振動する光）が常光、こ

れに垂直する光が異常光であり、 $n_x = n_y < n_z$ 、 $n_x = n_z < n_y$ 、である。

第 15 図では液晶 12 の分子の z 軸が光軸と垂直なので液晶レンズ 3 の液晶セルを通る光（異常光）の屈折率は低く、その結果近点物体にピントが合った状態となる。この時、偏光板 6 の周辺部が遮光部となり中央部のみを光が通る。又、第 16 図では液晶 12 の分子の z 軸が光軸と平行なので液晶レンズ 3 の液晶セルを通る光（常光）の屈折率は高く、その結果遠点物体にピントが合った状態となる。この時、偏光板 6 全体が透明体として作用する。

このようにすると、絞りの開口の大きい第 16 図の場合、液晶 12 の分子の配列が第 15 図の場合より規則的なので、フレアーが少ない。一方、第 15 図の場合、フレアーが多いが光量が絞られるため、液晶セルの厚いところを用いることになり、フレアーが減少するという利点がある。

第 18 図は第 8 実施例を示しており、これは第 2 実施例の固体撮像素子 8 の前に方解石等の複屈

19

折板 41 を配置したものである。この複屈折板 41 は、振動方向が紙面と平行な偏光に対する屈折率 n_{\parallel} が大きく且つ振動方向が紙面と垂直な方向の偏光に対する屈折率 n_{\perp} が小となるように配置してある。従って、近点物体合焦状態の複屈折板 41 の空気換算光路長は $1/n_{\parallel}$ となり、遠点物体合焦状態の複屈折板 41 の空気換算光路長は $1/n_{\perp}$ となり、その結果 $1/n_{\parallel} - 1/n_{\perp}$ 、だけ固体撮像素子 8 のピント位置を変えたのと等価となるので、遠点と近点との差を第 2 実施例に比べて更に大きくとれるという利点がある。

尚、複屈折板 41 は、マージナル光線が光軸と平行でないところであれば、レンズとレンズとの間に配置しても良い。又、複屈折板 41 は第 1 実施例に設けても良い。

第 19 図は第 9 実施例を示しており、これは開口の大きさが可変の遮光部材としてエレクトロクロミック素子から成る絞り 42 を用いて成るものである。この図のように電圧が印加されていない状態では、液晶レンズ 3 の正屈折力が強く且つ絞

20

り 42 の周辺部が遮光状態となっているので、近点物体にピントが合い且つ撮写界深度が深い状態となる。又、電圧が印加された状態では、液晶レンズ 3 の正屈折力が弱まり且つ絞り 42 が全開となるので、遠点物体にピントが合い且つ明るい像が得られる。

一般に、液晶等にコレステリック液晶を用いた第 5 実施例、第 6 実施例及び第 14 図に示した例では、液晶により像が着色されることがある。又、液晶の状態が変わっても色に変化することがある。そこで、固体撮像素子を用いた電子内視鏡の場合は、これを電氣的に補正するようにしても良い。即ち、液晶の状態に応じて撮像回路のカラーバランスを自動的に変更し、色の変化を補正するのである。これは、メモリーに各液晶状態の色の情報を記憶させておき、それによって回路のカラーバランスを変えることにより成し遂げられる。又、同時に偏光素子の着色も補正することができる。

尚、液晶としては、液体の分子液晶の他に例えば固体の液晶ポリマー等を用いても良い。

21

22

又、上記第5実施例で円偏光素子23を除いてしまうと、近点、遠点での合焦ができるだけで、近点での絞り効果はなくなるが、通常のネマティック液晶を用いた可変焦点レンズに比較して構造が簡潔で優れている。

(発明の効果)

上述の如く、本発明による結像光学系は、物体距離に応じて明るさや撮写界深度を制御できる光学系として小型で製造容易であって、内視鏡用として極めて実現性が高いという利点を有している。又、液晶素子等を駆動する電圧が12V程度と低いので、人体安全であるという利点もある。

4. 図面の簡単な説明

第1図及び第2図は夫々本発明による結像光学系の第1実施例の遠点合焦状態及び近点合焦状態を示す図、第3図及び第4図は夫々第2実施例の近点合焦状態及び遠点合焦状態を示す図、第5図及び第6図は夫々第3実施例の近点合焦状態及び遠点合焦状態を示す図、第7図(A)及び(B)は夫々第3実施例の変形例を示す図、第8図は第

4実施例の近点合焦状態を示す図、第9図及び第10図は夫々第5実施例の近点合焦状態及び遠点合焦状態を示す図、第11図及び第12図は第5実施例の近点合焦状態及び遠点合焦状態を示す図、第13図は第7実施例を示す図、第14図はフレネル曲面被膜部に対応する不透過部の設置例を示す図、第15図及び第16図は夫々第1実施例又は第5実施例の液晶レンズの変形例の近点合焦状態及び遠点合焦状態を示す図、第17図は屈折率楕円体を示す図、第18図及び第19図は夫々第8及び第9実施例を示す図である。

1……凹レンズ、2, 6, 39……偏光板、3, 19, 25, 33, 37……液晶レンズ、4, 42……絞り、5……旋光素子、7, 9, 20, 24, 32……レンズ、8……固体撮像素子、10, 14, 21……透明電極、11, 15, 22……配向膜、12……ネマティック液晶、13……透明板、16, 23……ツイストネマティック液晶、25……赤外光カットフィルター、27, 28……円偏光素子、29, 30……1/4波板、31,

23

24

34……コレステリック液晶、35……色フィルター、36……イメージガイドファイバー、38……不透過部、41……複屈折板、SW, SW, SW, SW……スイッチ、P, P, P, P……交流電源、E……直流電源。

代理人

森 源 泰 司

代理人

鈴 木 三 雄



図 1

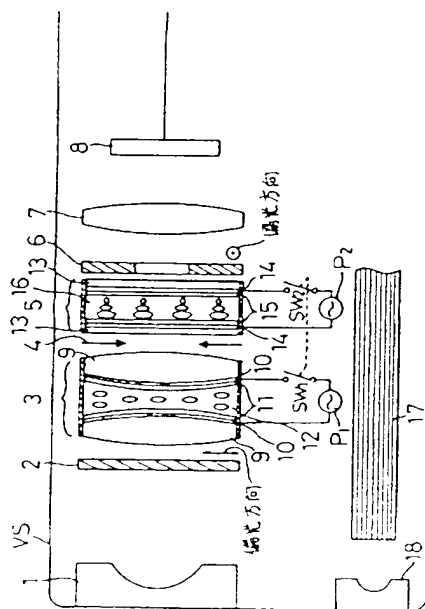


図 3

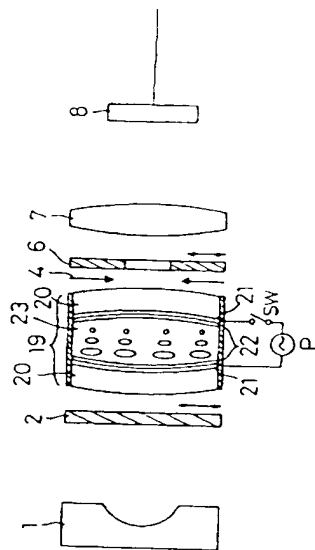


図 4

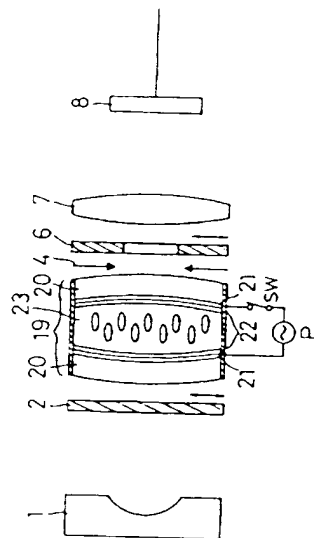


図 2

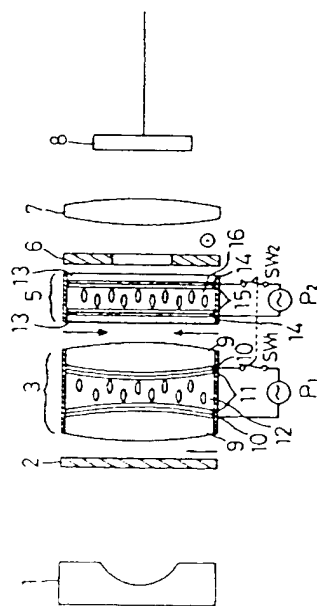


図 7

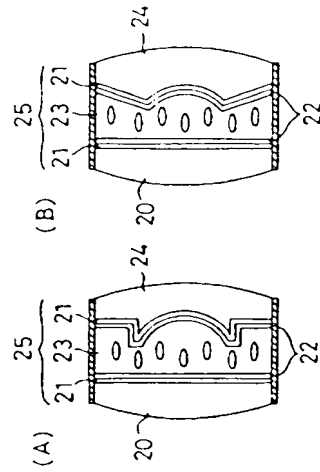


図 8

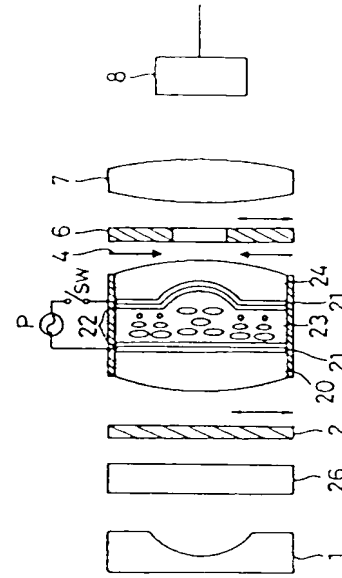


図 5

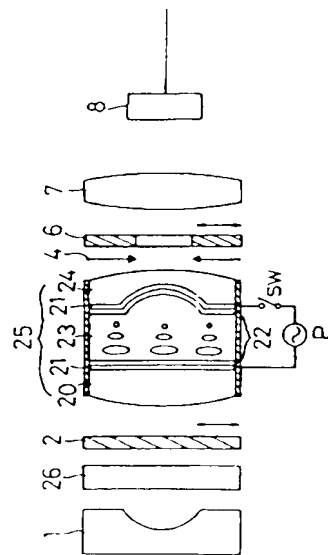


図 6

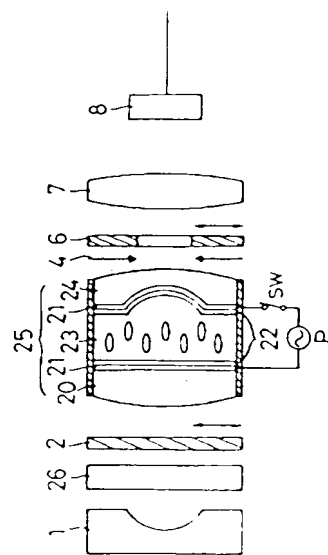


図 11

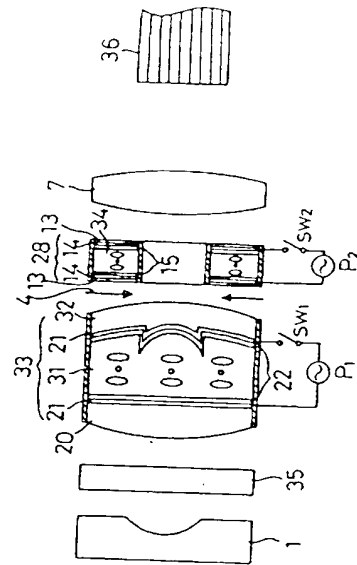


図 12

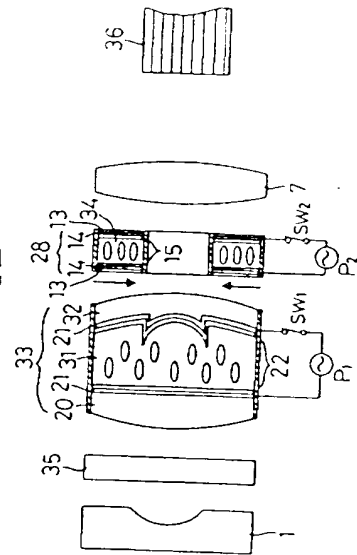


図 9

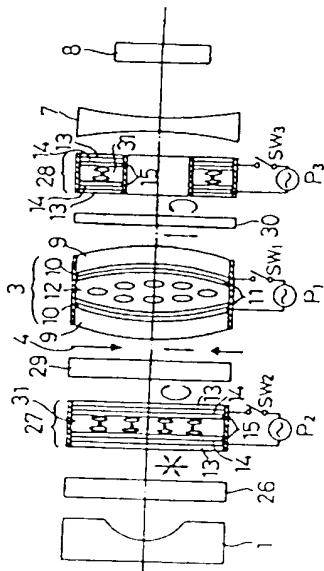


図 10

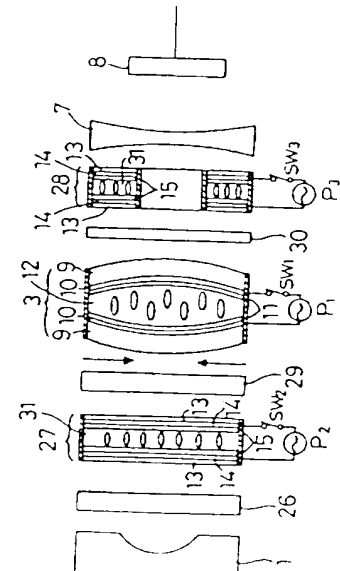


図15

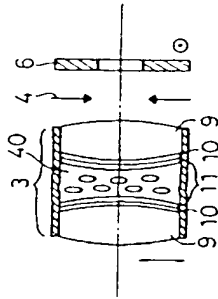


図16

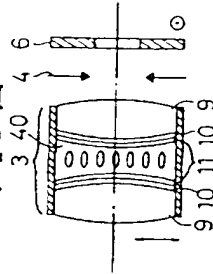


図17

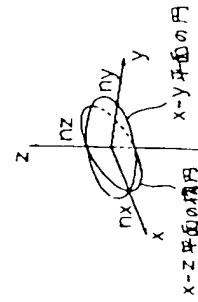


図13

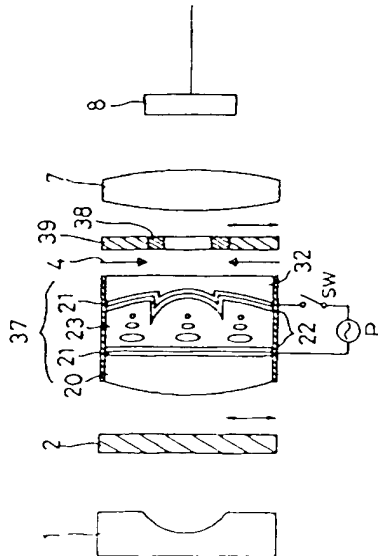


図14

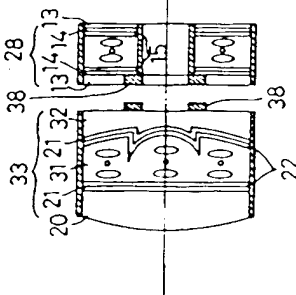


図18

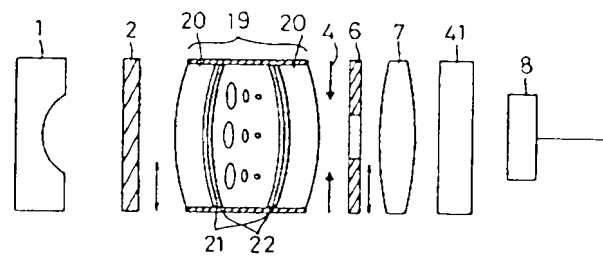


図19

